

Germinación de semillas de *Cecropia peltata* L., árbol nodriza para la reforestación sucesional*

**Bárbara MUÑOZ,
**Ramón ORTA
e **Isabel ESPINOSA

RESUMEN. *Cecropia peltata* L., por la alta tasa de crecimiento y modificación del microclima ha sido propuesta como nodriza en la Reforestación Sucesional para especies latifolias. Para conocer su estrategia germinativa, experimentamos la acción de varios factores: eliminación o no de la envoltura micilaginosa con peróxido de hidrógeno (3%); diferentes períodos de imbibición previos a la siembra (0, 1, 4 y 6 días); exposición a la luz (0 ó 14 h diarias) y temperatura del sustrato (30 ó 35°C). Aún cuando existen interacciones significativas entre estos factores que determinan la velocidad de germinación (T_{20}), los porcentajes finales de germinación y viabilidad de las semillas, se evidencia la importancia del mucilago como reservorio de agua y la presencia de la luz durante el proceso, como adaptaciones fundamentales para la germinación de esta especie en condiciones naturales.

INTRODUCCIÓN

Al arribo de los colonizadores españoles en 1492, las tres cuartas partes del territorio de nuestro archipiélago estaban cubiertas de bosques y matorrales (Waibel y Herrera, 1984), la tala indiscriminada que se practicó desde ese momento, hasta el final de la etapa pseudorrepública redujo considerablemente la extensión de la superficie boscosa del país.

La repoblación forestal emprendida a partir del triunfo de la Revolución, ha con-

tribuido a la reforestación artificial de pinares e incrementando el área de plantaciones de otras especies de rápido crecimiento. Sin embargo, no se ha obtenido igual éxito en la reforestación con especies latifolia valiosas (Reforestación sucesional, IES, 1987).

*Manuscrito aprobado en junio de 1990.

**Instituto de Ecología y Sistemática, Academia de Ciencias de Cuba.

Las investigaciones realizadas sobre la caracterización ecológica y el funcionamiento de los bosques siempreverdes de la Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario, Pinar del Río, Cuba (Proyecto MAB I de la UNESCO), permitieron proponer un modelo de reforestación tropical, que simula la estrategia natural de regeneración de estos bosques ricos en especies latifolias.

Este novedoso modelo silvícola toma en cuenta la dinámica de las condiciones ecológicas que se establecen en la sucesión vegetal y se denomina por ello Reforestación Sucesional. Se toman como premisas para la plantación, la habilidad competitiva de cada especie a utilizar y las tensiones ambientales a que estarán sometidas en el área a reforestar. Propone la siembra de posturas de especies pioneras de la sucesión natural que sirvan de "nodrizas" para las posturas de las especies latifolias, seleccionadas para ser plantadas en un determinado lugar (Herrera *et al.*, 1988).

La yagruma (*Cecropia peltata* L.), es una especie pionera típica de la vegetación secundaria en nuestro país, por lo que se requiere conocer los métodos de su reproducción masiva, con el objetivo de ser utilizada en la reforestación sucesional. Aún cuando esta especie es muy abundante, se desconocen sus requerimientos germinativos, debido a su escaso valor como árbol maderable.

La siembra masiva de *C. peltata* como árbol "nodriza" de especies maderables valiosas, producirá en un plazo muy breve, grandes volúmenes de biomasa, utilizables para diversos fines potencialmente explotables: latex para medicina verde y fibras de la corteza para cordeles (León y Alaín, 1951; Roig, 1965, 1974). La madera podría ser empleada como combustible para la industria azucarera, o convertida en pulpa para la producción de papel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de *C. peltata* utilizadas en los experimentos fueron colectadas en junio de 1987 de frutos maduros en los árboles. Se despulparon, se lavaron con agua corriente, se secaron a la sombra durante 72 horas y luego se almacenaron a 20-25°C hasta su utilización.

Al humedecer las semillas se observó la presencia de una envoltura mucilaginosa altamente hidrófila. Con el objetivo de conocer el papel del mucílago en la estrategia germinativa de *C. peltata*, se confeccionaron dos curvas de imbibición: semillas con o sin mucílago.

La eliminación del mucílago se logró, sumergiendo el lote de semillas durante 30 min en peróxido de hidrógeno al 3%, enjuagándolas vigorosamente en agua corrien-

te, y secándolas al aire hasta peso constante (A. Peña, comun. pers.).

Para la confección de cada una de las curvas de imbibición se tomaron 65 muestras de 50 semillas, a las que se le determinó el peso fresco, al hidratarse durante 9 días a 30°C.

Es bien conocido que tanto las condiciones ambientales durante la siembra, como la manipulación previa de las semillas, pueden afectar el comportamiento germinativo. Se diseñó un experimento trifactorial para dilucidar la posible interacción o el efecto independiente, de los factores siguientes:

- a) Temperatura del sustrato:
 - a₁) 30°C
 - a₂) 35°C

- b) Iluminación:
 b₁) Oscuridad total (0 hr/luz)
 b₂) Fotoperíodo normal (14 hr/luz)
- c) Tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas:
- I- Semillas sin tratar (control)
 II- Semillas embebidas durante 24 hr a 30°C, secadas al aire hasta peso constante antes de ser sembradas
 III- Idem con imbibición previa de 4 días
 IV- Idem con imbibición previa de 6 días
 V- Semillas sin mucílago, eliminado por

escarificación con peróxido de hidrógeno, según se describió anteriormente

La imbibición parcial, seguida por desecación de las semillas (c_{II} - c_{III} - c_{IV}) antes de ser sembradas, se probó para conocer el posible efecto estimulador de estos tratamientos sobre la velocidad de germinación, que han resultado efectivos para otras especies, (Orta *et al.*, 1985).

En general, la combinación de todos los factores ensayados arrojó un total de 20 tratamientos, que se describen en la Tabla 1. Cada uno de los tratamientos contó con

TABLA 1. Descripción de los tratamientos empleados en el estudio de la germinación de *Cecropia peltata* L.

Tratamiento	Iluminación (horas-luz)	Tratamiento Pregerminativo
	30°C	
I	0 hr/l	
II		1 día imbibición a 30°C
III		4 " " " "
IV		6 " " " "
V		Escarificación con Peróxido de Hidrógeno 3%.
	30°C	
I	14 hr/l	
II		1 día imbibición a 30°C
III		4 " " " "
IV		6 " " " "
V		Escarificación con Peróxido de Hidrógeno 3%.
	35°C	
I	0 hr/l	
II		1 día imbibición a 30°C
III		4 " " " "
IV		6 " " " "
V		Escarificación con Peróxido de Hidrógeno 3%.
	35°C	
I	14 hr/l	
II		1 día imbibición a 30°C
III		4 " " " "
IV		6 " " " "
V		Escarificación con Peróxido de Hidrógeno 3%.

6 réplicas de 50 semillas, que se sembraron en placas Petri de 9 cm de diámetro, sobre papel de filtro saturado con agua destilada estéril. Los factores físicos ambientales se simularon en incubadoras refrigeradas con sistema de iluminación interno y fotoperíodo programable (modelo IR-2. ANIR, Inst. Bot., ACC).

Diariamente se efectuó el conteo de germinación de las placas, para calcular la velocidad de germinación T_{20} (tiempo al que se alcanza 20% de germinación) y el porcentaje de germinación final de cada tratamiento. El conteo diario se realizó mediante luz de seguridad (verde), para evitar la activación fitocrómica en los tratamientos bajo condiciones de oscuridad total.

RESULTADOS Y DISCUSION

Imbibición

Las pequeñas semillas de *C. peltata* en estado natural, sin tratamiento previo, son capaces de incrementar hasta aproximadamente 6,5 veces su peso fresco inicial, al cabo de 6 días en contacto con el agua (Fig. 1). La gran magnitud de este incremento en peso se debe, en su mayor parte, a la capacidad hidrófila de la envoltura mucilagínosa que las caracteriza. Las semillas desprovistas de mucílago (Fig. 1), al cabo del mismo tiempo, solo incrementan su peso en 40% con respecto al peso fresco inicial; nivel de humedad suficiente, para permitir el paso de la fase preparatoria (segmento estacionario de la curva), a la fase de inicio de la germinación (reincremento de absorción del agua).

Tanto las semillas con mucílago, como las liberadas del mismo por el tratamiento descrito con Peróxido de Hidrógeno, comienzan a germinar al cabo del sexto día de sembradas. Esto demuestra que la pre-

Finalmente, las semillas no germinadas de cada placa fueron sometidas a la Prueba de Viabilidad con TZ (solución acuosa al 1% de Cloruro de 2-3-5 Trifenil Tetrazolium), durante 24 h a 30°C. A partir de estos resultados se determinó el porcentaje de semillas vivas no germinadas y el porcentaje de mortalidad para cada tratamiento.

La velocidad de germinación (T_{20}), y los porcentajes de germinación final, mortalidad y semillas vivas no germinadas (transformadas como $\arcsen \sqrt{\%}$), fueron sometidos a un análisis de varianza trifactorial. Las diferencias significativas entre tratamientos se determinaron mediante la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ($p < 0,05$).

sencia natural de la envoltura mucilagínosa de las semillas fijada durante el proceso evolutivo de esta especie, constituye más bien una adaptación ecológica que puramente fisiológica.

La presencia de la envoltura mucilagínosa de las semillas de *C. peltata* se justifica entonces ecofisiológicamente, como una estructura capaz de permitir la rápida acumulación del agua necesaria para garantizar la germinación. Esta adaptación de la especie indudablemente contribuye a su capacidad de colonización de terrenos abiertos (Holthuijzen y Boerboom, 1982), sometidos a fuertes dosis de radiaciones solares que afectan la estabilidad del nivel de humedad del sustrato.

Velocidad de germinación (T_{20})

La velocidad de germinación de las semillas de *C. peltata*, obtenida para cada tratamiento pregerminativo utilizado, depen-

de, significativamente ($p < 0,05$), de la interacción entre éste y el resto de los factores probados (Tabla 1). Por estas razones, con respecto a esta variable, los lotes de semillas sometidas a los diferentes tratamientos pregerminativos (I al V), se comportan diferenciadamente para cada condición de siembra experimentalmente simulada (Fig. 2).

No obstante como puede observarse (Fig. 2), bajo condiciones de iluminación

normal (14 hr/l), son moderadas las diferencias de velocidad de germinación entre los tratamientos pregerminativos probados, independientemente de la temperatura del sustrato.

Sin embargo, en condiciones de strees lumínico (0 hr/l), la velocidad de germinación es el resultado de una fuerte interacción entre la temperatura del sustrato y los tratamientos pregerminativos.

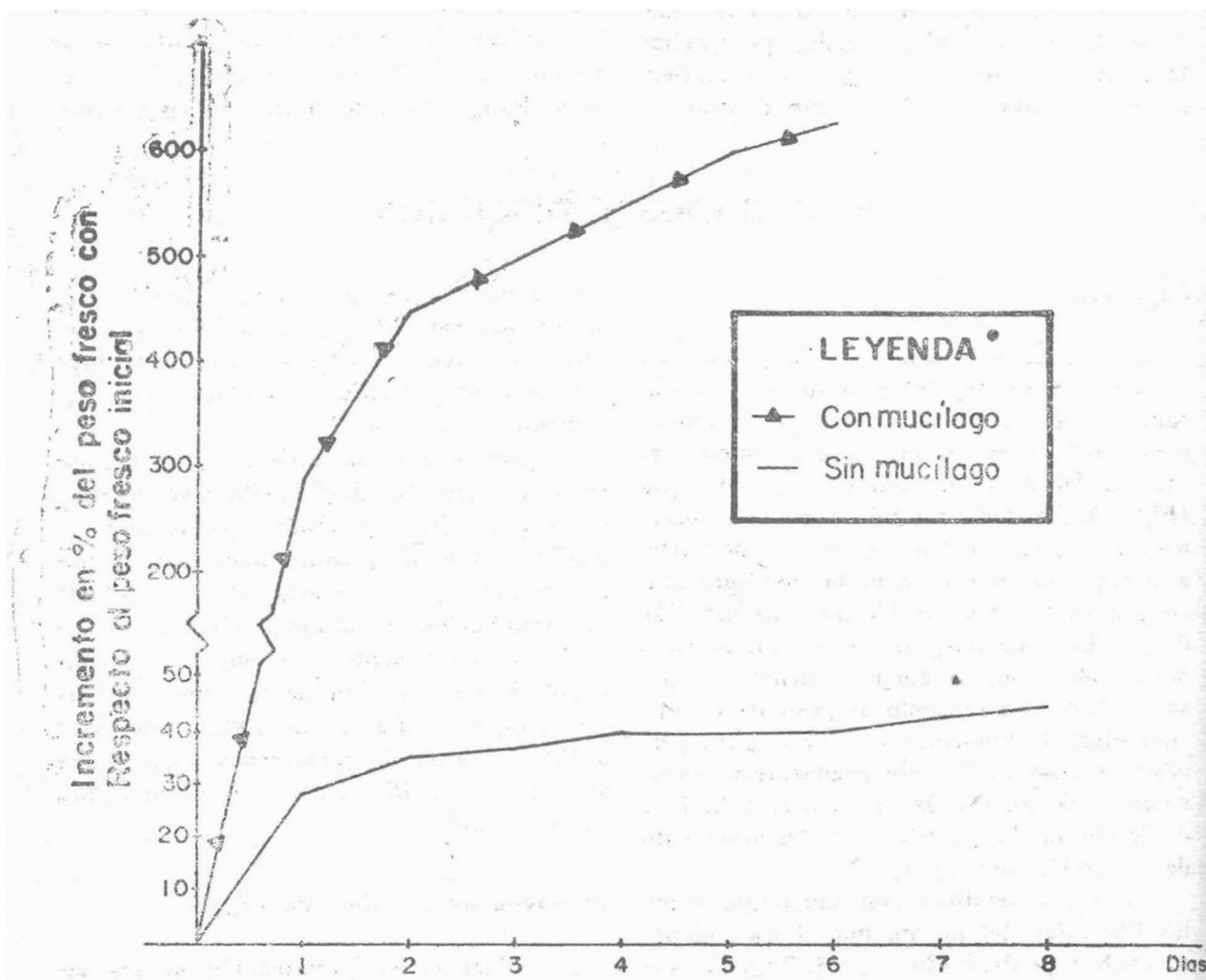


Fig. 1. Curvas de imbibición a 30°C para semillas de *Cecropia peltata* L.

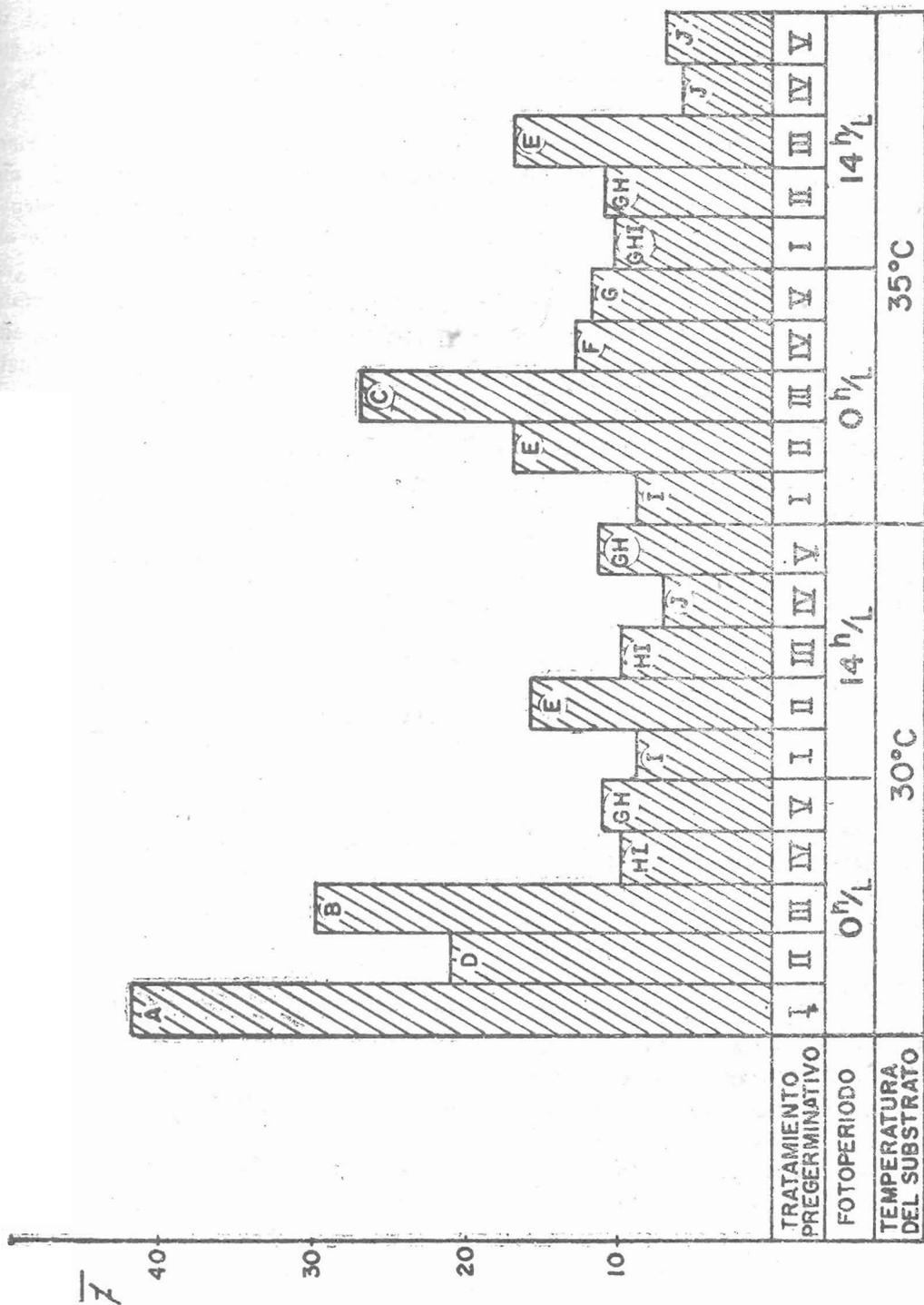


Fig. 2. Valores medios de la velocidad de germinación (T-20) en los tratamientos ensayados para *Cecropia peltata* L. Letras distintas muestran diferencias significativas, según la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($p < 0,0$).

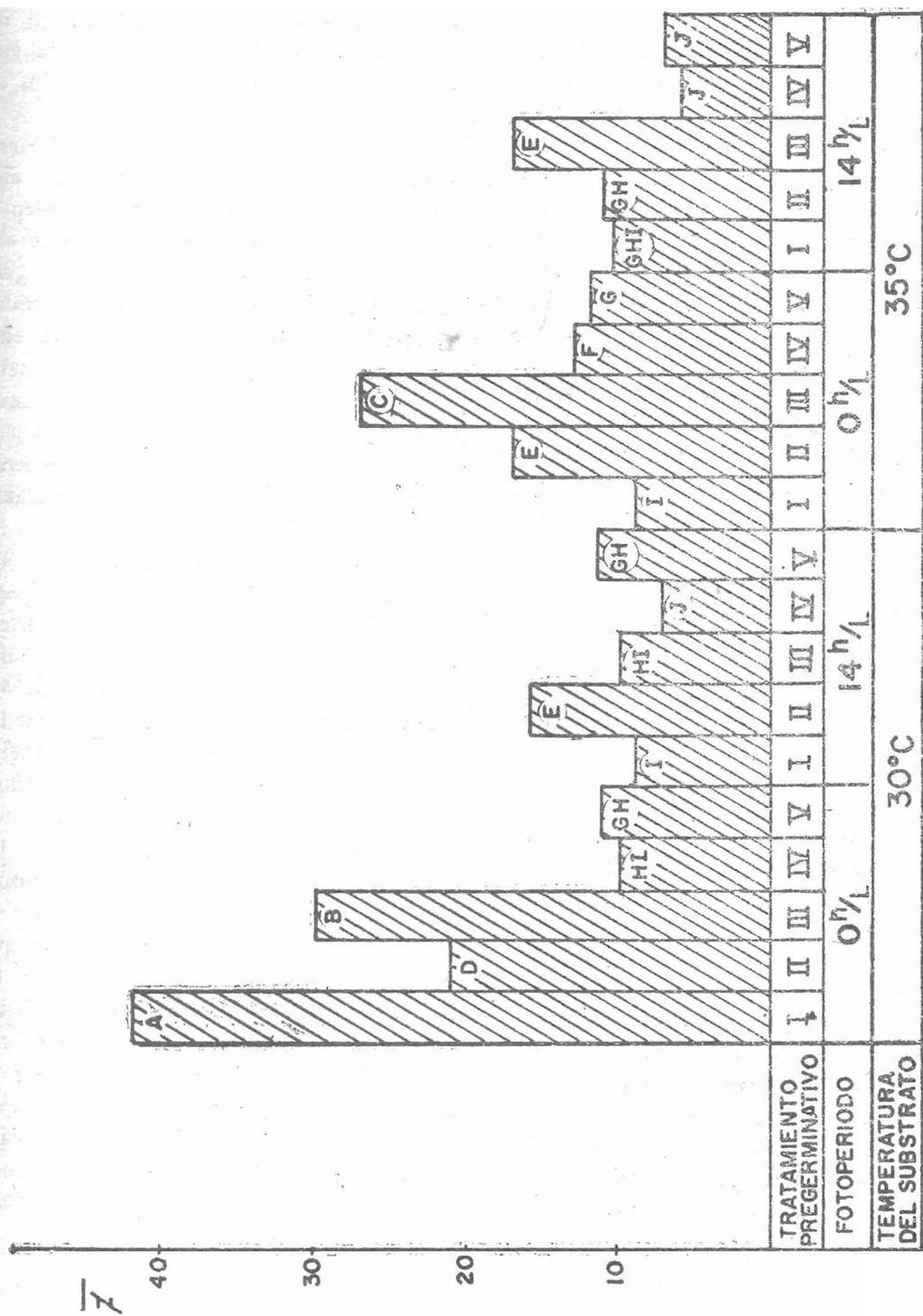


Fig. 2. Valores medios de la velocidad de germinación (T-20) en los tratamientos ensayados para *Cecropia peltata* L. Letras distintas muestran diferencias significativas, según la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($p < 0,0$).

A partir de los resultados obtenidos (Fig. 2), puede asegurarse que el tratamiento pregerminativo con peróxido de hidrógeno (tratamiento V) logra estimular la velocidad de germinación de las semillas de esta especie, independientemente de las condiciones ecológicas en que se siembren (fotoperíodo-temperatura). La estimulación de la germinación de semillas tratadas con peróxido de hidrógeno o peróxido de calcio ha sido reportada para otras especies anteriormente (Hewrotte y Devilles, 1976; Brocklehurst y Dearman, 1983).

La imbibición prolongada durante 6 días antes de la siembra (tratamiento IV), logra resultados similares a los obtenidos con el empleo de peróxido de hidrógeno (Fig. 2); pero la vía de acción estimuladora debe corresponderse al efecto robustecedor que debe lograrse al disecar las semillas, después de desencadenarse el mecanismo de crecimiento ácido de las células (final de la fase II de imbibición), según ha sido descrito por Antipova (1986).

Porcentaje de germinación final

Las diferencias obtenidas en esta variable para los tratamientos utilizados (Fig. 3), se deben a la interacción ($p < 0,05$) de todos los factores y niveles probados (Tabla 1), por lo que la explicación pormenorizada de cada comportamiento germinativo, requeriría de la realización de investigaciones fisiológicas colaterales. El objetivo del presente trabajo es: lograr el método de obtención del mayor número de plántulas posibles, a partir de un lote de semillas de la especie. Esto se resuelve con el análisis general de los tratamientos probados, cuyos

efectos puedan evaluarse como perjudiciales, inocuos o estimulantes del porcentaje de germinación final; teniendo en cuenta que el valor promedio general de la variable es 49,26%.

Se evidencia que, entre las condiciones ambientales probadas, la iluminación que se logró experimentalmente (baja intensidad y fotoperíodo de 14 hr/l), permitió obtener altos valores del porcentaje de germinación final en las semillas de *C. peltata*, independientemente de la temperatura ambiental y de los tratamientos pregerminativos probados. Estos dos últimos factores interactúan solo de forma ligera en presencia de la luz, lo que se expresa en moderadas diferencias de magnitud de la variable en este grupo de tratamientos (Fig. 3).

Por el contrario, bajo condiciones de oscuridad total (0 hr/l), las interacciones entre los tres factores probados son fuertes, y se expresan en marcadas diferencias del porcentaje de germinación final (Fig. 3). Cuando la temperatura ambiente es moderada (30°C) y las semillas tratadas previamente, por imbibición prolongada (6 días) o con Peróxido de Hidrógeno; se obtienen altos porcentajes de germinación final. Lo mismo ocurre a 35°C, cuando las semillas no reciben ningún tratamiento previo.

Los resultados obtenidos demuestran que la fotosensibilidad de las semillas de *C. peltata*, constituye la adaptación ecofisiológica predominante, lo que corrobora resultados similares obtenidos para este y otras especies del mismo género por varios autores (Vázquez-Yanez, 1976, 1979; Vázquez-Yanez y Smith, 1982; Vázquez-Yanez y Orozco-Segovia, 1987; Muñoz, *et al.*, 1988).

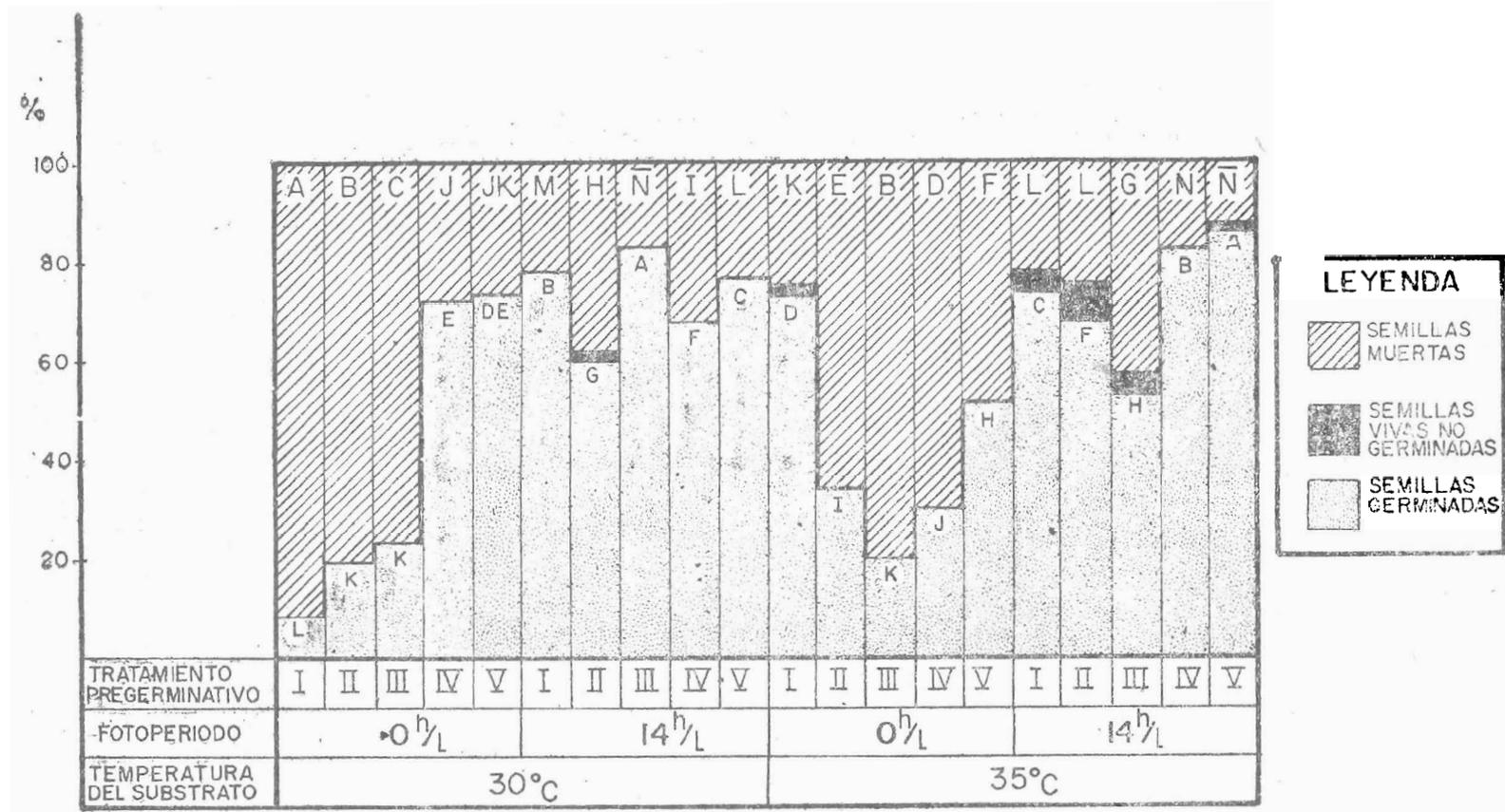


Fig. 3. Porcentajes de germinación final de semillas vivas no germinadas y de semillas muertas, en los tratamientos ensayados para *Cecropia peltata* L. Letras distintas muestran diferencias significativas según la prueba de Rango Múltiple de Duncan ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

Las investigaciones sobre la ecofisiología de la germinación de la yagruma (*Cecropia peltata* L.) han demostrado que:

- Los mecanismos para la colonización de lugares abiertos han sido fijados evolutivamente y son evidentes desde los primeros estadios ontogenéticos de esta especie. Las adaptaciones germinativas resultantes son: la presencia de la envoltura mucilaginoso y la fotosensibilidad de sus semillas.
- Puede lograrse la reproducción masiva de esta especie, para ser utilizada como árbol nodriza en la reforestación sucesional, teniendo en cuenta la recolección adecuada de sus semillas, la aplicación de tratamientos pre-germinativos, y las condiciones de siembra requeridas para obtener altos porcentajes de germinación en el menor tiempo posible.

RECOMENDACIONES

- Colectar las semillas de frutos frescos, inmediatamente antes del establecimiento de los semilleros.
- Las semillas limpias y secas, pueden ser sometidas a un tratamiento pregerminativo de humedecimiento-deseccación al cabo del sexto día de remojo, para estimular la velocidad y asegurar altos porcentajes de germinación.
- Las semillas deben sembrarse superficialmente para asegurar la iluminación de las mismas.
- Los semilleros deben establecerse en lugares abiertos con buena iluminación natural. El substrato debe mantenerse suficientemente húmedo hasta el establecimiento de las plántulas.

REFERENCIAS

- Antipova, O. V. (1986): "El nivel de hidratación como factor disparador de la preparación para el crecimiento durante la germinación de las semillas" [en ruso], tesis de Candidatura [Autoreferat]. Inst. Fisiol. Veg. "K. A. Timiriazev" A.C.C., URSS, 22 pp.
- Brocklehurst, P. A. y J. Dearman (1983): Effects of calcium peroxide as a supplier of oxygen for seed germination and seedlings emergence in carrot and onion. *Seed Sci. Technol.* 11:293-299.
- Hewrotte, J., y F. Devilles (1976): Effects of treatment with hydrogen peroxide on the germination and growth of Douglas fir. *Seed Sci. Technol.*, 4(2):211-229.
- Herrera, R., L. Menéndez, M. Rodríguez y E. García (1988): *Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba. Proyecto MAB, no. 1, 1974-1987.* ROSTLAC. Montevideo, 760 p.
- Holthuijzen, A., y J. Boerboom (1982): The *Cecropia* seedbank in the Sarinam loulan rain forest. *Biotrópica*, 14(1):62-68.
- León, Hno. y Alain, Hno. (1951): Flora de Cuba. *Contr. Ocas. Mus. Hist. Nat. Colegio La Salle*, 2(10):456.
- Muñoz, B., Orta, R., e I. Espinosa (1988): Requerimientos germinativos de las semillas de *Cecropia peltata* L. En *II Simposio de Botánica*. Ciudad Habana (Palacio de las Convenciones), Memorias [en prensa].
- Orta, R., (1985): Aplicación de tratamientos pregerminativos a semillas de siratro *Macrotilium atropurpureum* (Moc et Sessé) Urb. En *I Simposio de Botánica*.

- Ciudad Habana (Palacio de las Convenciones) Memorias V, 251-313.
- Roig, J. T. (1965): *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. Consejo Nacional de Universidades, La Habana, 3ra edn., 1142 pp.
- (1974): *Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba*. Ciencia y Técnica, La Habana, 949 p.
- Vázquez-Yanez, C. (1976): Seed dormancy and germination in secondary vegetation tropical plants: the role of light. *Comp. physiol. Ecol.*, 1(1):30-34.
- (1979): Estudios sobre ecofisiología de la germinación en *Cecropia obtusifolia* Bertol. *Turrialba*, 29:147-149.
- Vázquez-Yanez, C., y A. Orozco-Segovia (1987): Fisiología ecológica de semillas en la Estación de Biología Tropical "Las Tuxtlas", Veracruz, Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 35(1): 85-96.
- Vázquez-canez, C., y H. Smith (1982): Phytochrome control of seed germination in two tropical rain forest pioneer trees. *Cecropia obtusifolia* and *Piper auritum* and its ecological significance. *New Phytol.*, 92:477-485.
- Waibel, L., y R. Herrera (1984): *La toponimia en el paisaje cubano*. Edit. Ciencias Sociales, La Habana. 97 pp.

Ciencias Biológicas, 24, 1992

SEEDS GERMINATION OF *CECROPIA PELTATA* L., NANNY TREE FOR SUCCESSIONAL REFORESTATION

Bárbara MUÑOZ.

Ramón ORTA

and Isabel ESPINOSA

ABSTRACT. *Cecropia peltata* L., for its high growth rate and its possibility to bring about changes in microclimatic conditions, has been propounded as "nanny tree" for Successional Reforestation (IES. 1987). To understand its germinative strategy, diverse factors have been tested: elimination (or not) of the mucilaginous envelope with hydrogen peroxide (3%), different imbibition periods (0, 1, 4 and 6 days); light exposition (0 ó 14 day-hour) and substratum temperature (30-35°). Even if significative interactions exist between these factors, that determine the germination velocity, final germination percentage and seed viability, the role of mucilage as a water reservoir and the presence of light during the germination process were shown to be fundamental adaptations for germination of this species in natural conditions.